

اثر تعامل سطوح بالیدگی و $BMI > 85\%$ بر ایندکس های کارآیی فیزیولوژیک و ایمپالس تمرین دختران نوجوان ۱۷-۱۲ ساله

۱. مریم شهریاری ۲. فرزاد ناظم* ۳. مهدی هزاوه ای - ۴. نادر فرهیپور
۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه بوعلی سینا، ۲. دانشیار دانشگاه بوعلی سینا، ۳. استاد دانشکده بهداشت
دانشگاه بوعلی سینا، ۴. استاد بیومکانیک ورزش دانشگاه بوعلی سینا
(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۲/۱۲، تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۰۵/۱۴)

چکیده

سندرم چاقی در کودکان و نوجوانان دلیل عمده بروز بیماریهای متابولیک در بزرگسالی گزارش شده است. در فعالیت های بدنی چربی اضافی اثر وارونه بر مکانیک و کارآیی اجرا دارد. اما در دوره نوجوانی ممکن است سن بیولوژیک نیز متفاوت با سن تقویمی، بر فرآیند تکالیف حرکتی اثر گذارد. مطالعه حاضر اثر همزمان سطح بالیدگی و ترکیب بدنی بر ایندکس های کارآیی فیزیولوژیک و ایمپالس تمرین دختران را بررسی میکند. روش تحقیق: ۸۰ دانش آموز دختر ۱۷-۱۲ ساله به روش تصادفی از مدارس مقاطع راهنمایی و متوسطه غربالگری و انتخاب شدند و در دو گروه اضافه وزن - چاق و نرمال تفکیک شدند. سن بیولوژیک به روش سن دندانی مشخص شد. برای سنجش کارآیی فیزیولوژیک، آزمون های میدانی زیر بیشینه و بیشینه ی هوازی استفاده گردید. ایمپالس تمرین بر مبنای تغییرات ضربان قلب فعالیت محاسبه گردید. نتایج: هزینه اکسیژن فعالیت و انرژی مصرفی در دو گروه چاق و نرمال (بدون مداخله سطح بالیدگی) تفاوت معنی داری نداشتند. اما الگوی تغییرات ایمپالس تمرین، شاخص هزینه انرژی، سرعت فعالیت و ظرفیت عملی دو گروه چشمگیر بود ($p < 0.05$). سطح بالیدگی فقط بر سرعت اجرا اثرگذار بود ($p < 0.05$). تعامل میان عوامل بلوغ و ترکیب بدن، فقط بر پارامترهای ایمپالس تمرین و شاخص هزینه انرژی معنی دار بود. نتیجه گیری: پارامترهای بالیدگی و ترکیب بدن بر شاخص های کارآیی فیزیولوژیک اثر گذارند. اما تعامل این دو پارامتر با ایندکس های فیزیولوژیک، فقط ایمپالس تمرین و شاخص هزینه انرژی فعالیت را تحت تأثیر قرار می دهند. بنابراین توجه مربیان روی بار کار یا ایمپالس تمرین می تواند به آنالیز بهتر عملکرد دختران نوجوان بیانجامد.

واژه های کلیدی

نوجوان، شاخص توده بدن، بالیدگی، کارآیی فیزیولوژیک، ایمپالس تمرین.

مقدمه

دقیقه، هزینه‌ی انرژی فعالیت (VO_2) بشکل خطی افزایش میابد. بنابراین میزان انرژی مصرفی با استفاده از پارامترهای فرآیند سرعت راه رفتن، سن و جنس، VO_2 وابسته به جرم بدن قابل ارزیابی است (۱۷). برخی مطالعات بین اثر بالیدگی بر میزان VO_{2max} میان افراد نابالغ و بزرگسال تفاوتی گزارش نکرده اند (۱۲). اما مالینا و همکارانش تعامل سطح بالیدگی و VO_{2max} را مورد تأکید قرار می دهند (۹). به هر حال پرسش این است که آیا تعامل ترکیب بدن و سطح بالیدگی بر ایندکس های فیزیولوژیک و ایمپالس تمرین هنگام اجرای یک فعالیت بدنی استاندارد در دختران نوجوان ۱۷-۱۲ ساله اثرگذار است؟

روش تحقیق

این پژوهش یک مطالعه مقطعی- پس رویدادی است که به صورت میدانی انجام می شود. بدین صورت که از جمعیت ۲۳۰ دانش آموز در مقاطع تحصیلی راهنمایی و دبیرستان ناحیه ۲ شهر همدان، ۸۰ دانش آموز دختر ۱۷-۱۲ ساله به شیوه ی تصادفی انتخاب شدند. آزمودنی ها برگ رضایت نامه انجمن اولیاء و مربیان آموزشگاه و سیاهه ی پزشکی PAR-Q را تکمیل کردند. سپس با مطالعه ی شناسنامه بهداشتی آنان، سلامت جسمانی و عدم هر گونه نارسایی حرکتی- اسکلتی یا قلبی-تنفسی آشکار گردید. متغیرهای قد (دستگاه قدسنج مدل SOEHNLE ساخت آلمان)، وزن (ترازوی مدل seca ساخت آلمان)، سن بیولوژیک (روش سن دندانی)، ضربان های قلب استراحت و فعالیت (با ضربان سنج دیجیتالی مدل OMRON ساخت چین)، حجم اکسیژن مصرفی بر حسب سرعت فعالیت زیربیشینه مطابق معادله غیر خطی مورگان اندازه گیری شد (۶). همچنین هزینه انرژی فعالیت پیاده روی (نسبت حجم اکسیژن مصرفی به

چاقی کودکان و نوجوانان یک مشکل بهداشتی پیچیده است که به عوامل متعدد ژنتیک، تغذیه دوران کودکی، وضعیت اقتصادی- اجتماعی، سبک زندگی، بیماری و حجم فعالیت بدنی بستگی دارد. رشد سریع، بلوغ زودرس، کاهش تحمل تمرینات، چاقی بزرگسالی، بیماری های تنفسی، دیابت نوع دوم، مشکلات اورتوپدی و اختلالات غدد درون ریز، از عوارض سندرم چاقی در دوران کودکی می باشند. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۳ جمعیت نوجوان ۱۹ درصد جمعیت کل دنیا را تشکیل می دادند که ۸۴ درصد آنها در کشورهای در حال توسعه به سر می بردند (۱۰). بنابراین در کشورهایی با ترکیب جمعیتی جوان و بزرگسال، مانند ایران، ملاحظه ی تأمین سلامت افراد برای کاهش هزینه های بهداشت و درمان به مراتب اهمیت دارد. از طرفی، ویژگی های عملکرد جسمانی کودک و نوجوان با روند نمو و بالیدگی وی ارتباط دارد. اما، زمان زیست شناختی لزوماً همپای سن تقویمی پیش نمی رود. زیرا دامنه سنی ۸ تا ۱۹ دختران، اغلب بعنوان محدوده های تنوع طبیعی شروع و خاتمه نوجوانی فرض شده است. در این دوره ی سنی اغلب سیستم های بدنی از جنبه های ساختاری و کارکردی بالغ می شوند. و نوجوانان با سن زیستی همانند، ممکن است در سطوح بالیدگی زیست شناختی با یکدیگر متفاوت باشند (۱۶). از سوی دیگر، تغییرات هورمونی دوره بلوغ، پاسخ های فیزیولوژیک به ورزش و کارایی فیزیکی نوجوانان را با ترکیب بدنی متفاوت تحت تأثیر قرار میدهد. بنابراین توجه به سطح بالیدگی، در بالا بردن اعتبار مطالعات مقایسه ای برای نوجوانان اهمیت دارد. گزارش های علمی نشان می دهد که در ارتباط بین سرعت راه رفتن و ظرفیت هوازی وابسته به جرم بدن، متناسب با افزایش سرعت راه رفتن در دامنه ی ۵۰ تا ۱۱۰ متر در

نتایج و یافته‌های تحقیق

نرمال بودن داده ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف ارزیابی شد. پردازش داده ها به روش آزمون تحلیل واریانس چند متغیره Multivariate (با ملاحظه ی هم سنجی چندگانه مداخله گرهای اندازه ترکیب بدن، سطح بالیدگی و اثر تعاملی ترکیب بدن و بالیدگی بر پارامترهای کارآیی فیزیولوژیک و ایمپالس تمرین) در سطح آماری ۵٪ با بهره گیری از نسخه ۱۶ spss استفاده گردید و نتایج ذیل بدست آمد.

۱- میانگین شاخص های کارآیی فیزیولوژیک ($M \pm SD$) شامل هزینه ی اکسیژن فعالیت (VO_2) ($ml/kg/min$)، هزینه انرژی در دو گروه چاق و نرمال (بدون مداخله ی سطح بالیدگی) هنگام اجرای فعالیت پیاده روی تفاوت معنی داری نداشتند. اما پارامترهای شاخص هزینه انرژی فعالیت دختران چاق (1.3 ± 0.794) و دختران طبیعی (1.15 ± 0.675)، ایمپالس تمرین دختران چاق (1.38 ± 1.37) و دختران طبیعی (0.45 ± 1.115)، سرعت فعالیت دختران چاق (9 ± 10.16) و دختران طبیعی (11 ± 10.66)، ظرفیت عملی یا VO_{2max} دختران چاق ($2/32 \pm 36/12$) و دختران طبیعی ($2/86 \pm 40/56$) دو گروه با ترکیب بدنی متفاوت، چشمگیر بود ($p < 0.05$).

۲- سطح بالیدگی فقط بر سرعت فعالیت دختران با بلوغ طبیعی ($10/8 \pm 10/7$) و غیر طبیعی ($9/6 \pm 10/16$) موثر بود ($p < 0.05$). اما سایر متغیرهای کارآیی فیزیولوژیک در دو سطح بالیدگی تفاوت معنی داری نداشتند.

سرعت فعالیت)، شاخص بار کار هنگام پیاده روی (نسبت ΔTHR^1 به سرعت فعالیت)، درصد کارآیی فیزیولوژیک فعالیت پیاده روی (میانگین نسبت هزینه انرژی فعالیت افراد با وزن طبیعی به هزینه انرژی افراد دارای اضافه وزن و چاق)، ایمپالس تمرین بر پایه تغییرات ضربان قلب فعالیت به روش رابطه الگوریتم لگاریتمی (۳) و حداکثر اکسیژن مصرفی طی فعالیت دوی یک مایل اندازه گیری شدند (۸). شاخص توده بدن با استفاده از دستگاه بیوالکتریک ایمپدانس محاسبه گردید (۱، ۲). جهت تعیین اضافه وزنی و چاقی از شاخص توده ی بدنی (BMI^2) استفاده شد. آزمودنی ها بر حسب صدک های ترکیب بدن، به دو گروه اضافه وزن - چاق ($BMI > 85\%$) و نرمال ($BMI < 85\%$) تفکیک شدند. با استفاده از روش سن دندان، دو گروه بالیدگی طبیعی و غیرطبیعی (زودرس و دیررس) مطالعه شدند. آزمون های میدانی ۶ دقیقه پیاده روی سریع (۸) و اجرای دوی درمانده ساز به مسافت یک مایل در زمان ۱۱/۳۰-۱۰ صبح در سالن ژیمناستیک انجام شد.

$$Y = \frac{\text{زمان استراحت} - \text{زمان پیاده روی}}{\text{زمان استراحت} - (220 - \text{سن})} \times \text{زمان پیاده روی} = \text{ایمپالس تمرین}$$

$$Y = 1.73 \Delta THR \times 1.92$$

از پروتکل یک مایل دویدن کیورتون در تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی نوجوانان استفاده گردید (۴).

$$[\text{زمان فعالیت}]^2 \times 0.34 + [\text{زمان}$$

$$\text{فعالیت}] \times 8.4 - [\text{شاخص ترکیب بدن}] \times 0.84 -$$

$$108.94 = \text{حداکثر اکسیژن مصرفی}$$

1. Training Heart rate (Placeholder 1)
2. Body mass index

جدول ۱- مقایسه ی میانگین شاخص های کارآیی فیزیولوژیک دختران چاق و طبیعی

متغیرها	آماره ها	مربع میانگین	F	سطح معنی داری	Eta ² (اندازه ی اثر)
هزینه انرژی (ml/kg/m)	۰/۰۰۱	۱/۹۸	۰/۱۶۴	۰/۰۲۶	
ایمپالس تمرین (unit)	۰/۹۱۸	۵/۱۵	۰/۰۲۶	۰/۰۶۵	
شاخص هزینه انرژی (beat/m)	۰/۲۶۴	۱۳	۰/۰۰۱	۰/۱۴۹	
ظرفیت عملی (ml/kg/min)	۳۶۸	۵۲/۸	۰/۰۰۰	۰/۴۱۷	
هزینه اکسیژن (ml/kg/min)	۶۲/۱۸	۳/۲	۰/۰۷۸	۰/۰۴۱	
سرعت (m/min)	۴۶۶	۴/۴۲	۰/۰۳۹	۰/۰۵۶	

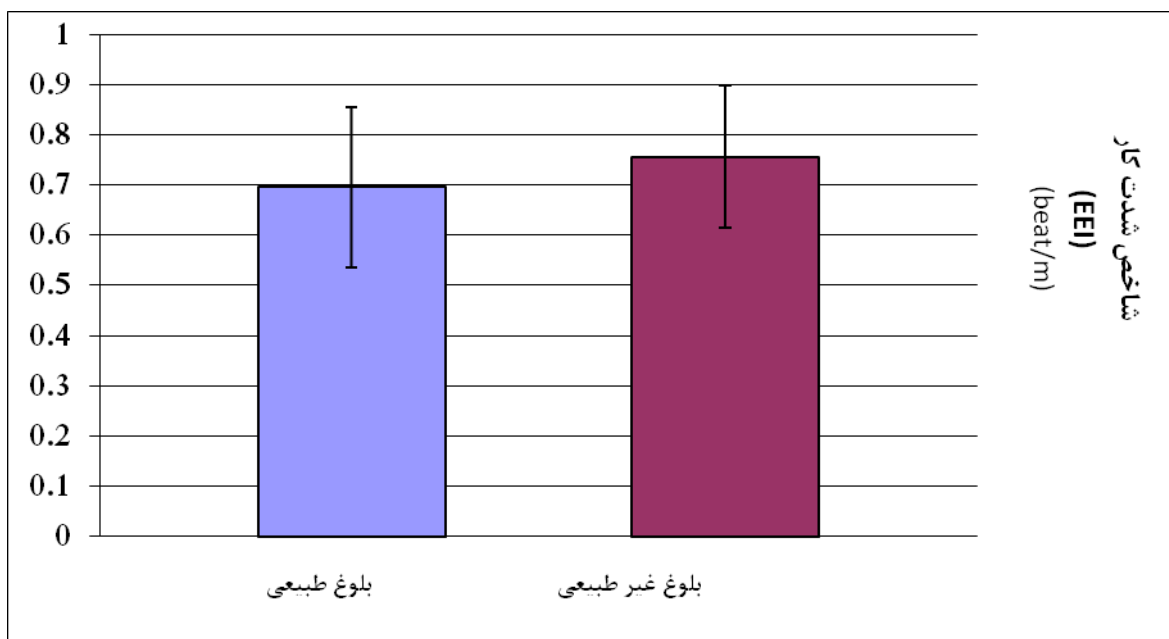
جدول ۲- مقایسه ی میانگین شاخص های کارآیی فیزیولوژیک با مداخله ی سن بیولوژیک در دختران چاق و طبیعی

متغیرها	آماره ها	مربع میانگین	F	سطح معنی داری	Eta ² (اندازه ی اثر)
هزینه انرژی (ml/kg/m)	۰/۰۰۱	۱/۷	۰/۱۹۷	۰/۰۲۳	
ایمپالس تمرین (unit)	۱/۲	۷/۵۲	۰/۰۰۸	۰/۰۹۵	
شاخص هزینه انرژی (beat/m)	۰/۰۸۵	۴/۶	۰/۰۲۵	۰/۰۶	
ظرفیت عملی (ml/kg/min)	۵/۸۱	۰/۸۲	۰/۳۶۷	۰/۰۱۱	
هزینه اکسیژن (ml/kg/min)	۲۸/۷۳	۱/۵۱	۰/۲۲۲	۰/۰۲۱	
سرعت (m/min)	۷۰/۷	۰/۷۲	۰/۳۹۹	۰/۰۱	

۴- با ملاحظه نسبت هزینه‌ی انرژی فعالیت (PEG¹) / گروه چاق به گروه با وزن طبیعی، اندازه ی PEG % Δ گروه چاق معادل ۸٪ پایین تر از هم‌تایان با ترکیب بدن طبیعی و ۱۳٪ پایین تر از گروه با بلوغ طبیعی (سن تقویمی هم‌تراز سن بیولوژیک) به دست آمد.

۳- اثر تعامل بلوغ و ترکیب بدن در مدل آماری Multivariate نشان داد که فقط پارامترهای ایمپالس تمرین و شاخص هزینه انرژی فعالیت دختران نوجوان تحت تأثیر معنی‌داری قرار داشتند ($p < 0.05$) و در سایر شاخص های کارآیی فیزیولوژیک متفاوت نبود ($P > 0.05$).

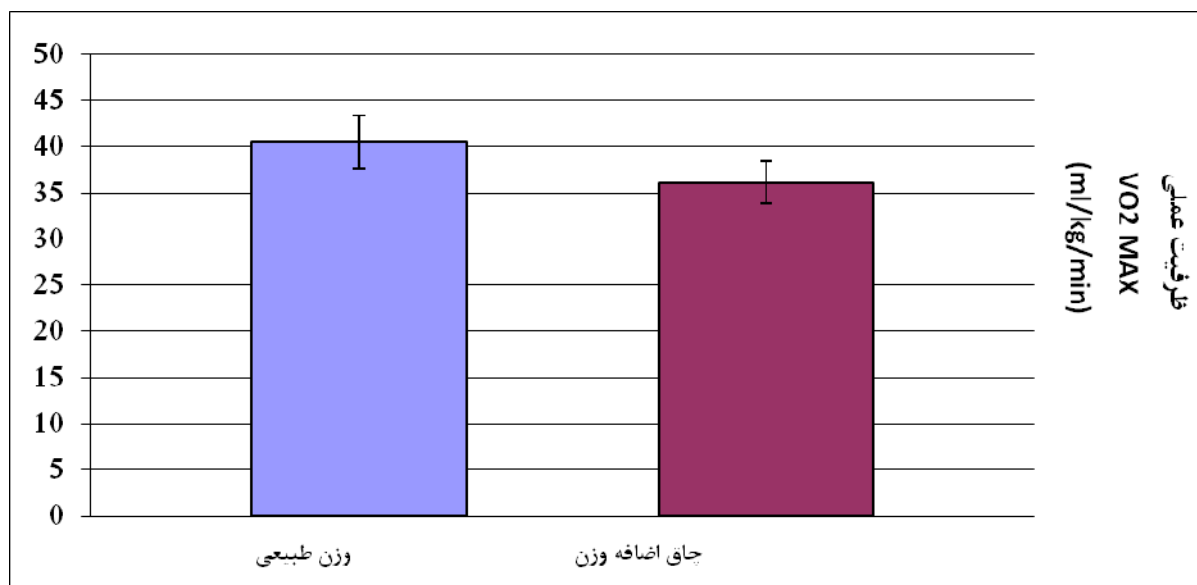
1 . Physiological efficiency in gait (%)



شکل ۱. نیمرخ شاخص هزینه انرژی فعالیت پیاده روی دختران با بلوغ طبیعی و غیر طبیعی (دیررس و زودرس)



شکل ۲. مقایسه ایمپالس تمرین در تعامل بالیدگی و ترکیب بدن دختران نوجوان



شکل ۳. مقایسه میانگین ظرفیت عملی دختران چاق و طبیعی هنگام کار بیشینه ی هوازی

بحث

از طرفی، توجه به سطح بالیدگی نوجوانان، جهت بهبود عملکرد و تکالیف حرکتی آنان قابل تأمل است. برخی مطالعات اثر افراد نابالغ و بزرگسالان تفاوتی را گزارش نکرده اند (۵، ۱۲، ۱۵). با این حال مالینا و همکارانش تعامل VO_{2max} بالیدگی بر میزان سطح بالیدگی و حداکثر اکسیژن مصرفی را مورد تأکید قرار می دهند. وزن اضافی به عنوان بار مکانیکی مازاد، عملکرد نوجوانان چاق را کاهش میدهد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دختران با ترکیب بدن اضافه وزن - چاق به شکل معنی داری ایمپالس تمرین و شاخص اثری فعالیت بالاتر نسبت به هم‌تایان با وزن طبیعی داشتند، به این معنا که دختران چاق با اجرای فعالیت بدنی یکسان، در مقایسه با هم‌تایان خود با فشار کار و ضربان قلب بالاتری فعالیت را اجرا میکردند، در نتیجه ارگانایسم فشار فیزیولوژیک بیشتری را تحمل میکرد. همچنین آنان ظرفیت عملی کمتری از خود نشان دادند. به طوری که هنگام فعالیت پیاده روی، در بازه زمانی ۶ دقیقه، مسافت کمتری را با سرعت پایین تر اجرا نمودند. این نکته بیانگر این واقعیت است که دختران دارای

در دهه های اخیر روند رو به رشد چاقی در کودکان و نوجوانان توجه پژوهشگران علوم تندرستی را به خود جلب کرده است و این سندرم در مطالعات همه گیرشناسی به منزله ی اپیدمی جهانی گزارش شده است. کودکان و نوجوانان دارای اضافه وزن در معرض خطر بالای چاق شدن در دوران بزرگسالی هستند از سوی دیگر بزرگسالان چاق، در معرض خطر ابتلا به بیماری های مزمن مثل بیماری های قلبی-تنفسی، دیابت و برخی سرطان ها می باشند. از این رو به نظر میرسد که غربالگری نوجوانان بر اساس سنجش گونه پیکری چاق و اضافه وزن آنان حائز اهمیت است. تفاوت معنی دار در مقادیر VO_{2max} بین دو گروه اضافه وزن و طبیعی با نتایج مطالعات آقای راسل و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد (۱۳).

تعامل مداخله گرایانه ی بالیدگی و ترکیب بدن چاق بر شاخص های کارآیی فیزیولوژیک و متابولیک را هنگام اجرای فعالیت استاندارد پیاده روی بررسی می کنیم، پارامتر ایمپالس تمرین به منزله ی شاخص شدت کارآیی مکانیکی یا بار تمرین به مراتب چشمگیرتر از شاخص های کارآیی متابولیک بروز می کند. این نکته به ویژه در شرایط مقایسه PEG در گروه چاق معادل ۱۳٪ کارآیی فیزیولوژیک آنان را در شرایط پیاده روی در زمان معین پایین تر از هم‌تایان خود با بلوغ طبیعی نشان داد. به بیان دیگر هر یک از پارامترهای بالیدگی و ترکیب بدنی $BMI > 85\%$ در دختران غیر ورزشکار می تواند شاخص های کارآیی مکانیکی و فیزیولوژیک آنان را هنگام اجرای فعالیت بدنی زیربیشینه همانند راه رفتن دگرگون سازد. در این میان حجم فعالیت بدنی و سطح ظرفیت عملی دختران به عنوان پارامتر جدید می تواند در کنار تعامل مداخله گر (ترکیب بدن \times بالیدگی) زمینه ی مطالعه جدید دیگری را فراهم نماید.

تشکر و قدردانی

این گزارش علمی از محل اعتبار پژوهانه ی حوزه ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه بوعلی سینا به سر انجام رسید. همچنین از انجمن اولیا و مربیان و دانش آموزان عزیز منطقه ۲ آموزش و پرورش شهر همدان که در این مطالعه ما را تا پایان طرح یاری رساندند قدردانی می شود.

اضافه وزن و چاق از سطح پایه آمادگی قلبی-عروقی پایین تر برخوردار هستند.

عدم تفاوت معنی دار در مقادیر هزینه اکسیژن فعالیت و هزینه انرژی فعالیت بین دو گروه اضافه وزن و نرمال در این تحقیق با مطالعه آقای آگوستین و همکاران (۲۰۱۰) مغایرت دارد (۱۱). این مغایرت به دلیل پروتکل های متفاوت به کار رفته در این دو تحقیق می باشد. در تحقیق ما با توجه به اینکه در بازه ی زمانی ۶ دقیقه آزمودنی های با وزن طبیعی در مقایسه با آزمودنی های اضافه وزن-چاق مسافت بیشتری را طی می کردند، در نتیجه اکسیژن بیشتری مصرف شده و هزینه انرژی آنان تفاوت معنی داری را نشان نمی دهد. هنگامی که سطح بالیدگی علاوه بر پارامتر ترکیب بدن مورد بررسی قرار می گیرد، سطح بالیدگی دختران تأثیر بسزایی در ایمپالس تمرین و شاخص هزینه انرژی فعالیت دارد. در حالی که روی سایر شاخص های فیزیولوژیک تأثیر معنی داری نداشت.

نتیجه گیری

ما معتقدیم باید یک روش مفید برای اندازه گیری آمادگی بدون نیاز به تجهیزات تخصصی و نیروی متخصص در نوجوانان وجود داشته باشد. آزمون های دویدن / راه رفتن که در آن زمان و یا فاصله ی اندازه گیری شده به عنوان خروجی می باشد، متد هایی پذیرفته شده برای انعکاس آمادگی قلبی-عروقی هستند (۷). یافته های این مطالعه نشان می دهد هنگامی که اثر

منابع و مأخذ

۱. بوام گارتنر، جکسون، آندرو اس، (۱۳۷۶). "سنجش و اندازه گیری در تربیت بدنی". جلد دوم ترجمه سپاسی نوربخش. انتشارات سمت.

۲. یولاک، ویلمور، (۱۳۷۹). "فیزیولوژی ورزشی بالینی". ترجمه فرزاد ناظم و ضیا فلاح محمدی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

3. Bouzgarrou, MD & et al (2007). "Role of lung inflammatory mediator as a cause of training-induced lung function changes in runners". *Science & sports*. 22:PP:35-42.

4. Cureton, K., Sloniger, M. & et al. (1995). "A generalized equation for prediction of VO_2 peak from 1-mile run/walk performance". *Med & sci in sport & Exerc.* 27:PP:445-451.

5. Daniels, S.R. T, R. Kimball, J.A. Morrison & et al (1995). "Effect of lean body mass, fat mass, blood pressure, and maturation on left ventricular mass in children and adolescents: statistical, and clinical significance". *Circulation* 92:PP: 3249-3254.

6. Don W. Morgan, & et al. (2002). "prediction of the aerobic demand of walking in children". *Med & Sci in sports & exerc.* PP:2097-2101.

7. Drinkard B., McDuffie J & et al (2001). "Relationships between walk/run performance and cardiorespiratory fitness in adolescents who are overweight". *Physical therapy. Volume 81. Number 12. PP:1889-1896.*

8. Enright, P. L. & et al. (1998). "Reference equations for the six-minute walk in healthy adults". *Am j Respir crit care Med.* 158:PP: 1384-87.

9. Malina, R.M., G. Beunen, J. Lefevre & et al (1997). "Maturity-associated variation in peak oxygen uptake in active adolescent boys and girls". *Ann. Hum. Biol.* 24: PP:19-31.

10. McCarthy HD, Ellis SM, Cole TJ. (2003). "Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: cross-sectional surveys of waist circumference". *British Medical Journal*; 326:PP:626-28.

11. Melendez A., Lucy Davis C & et al (2010). "Oxygen uptake of overweight and obese children at different stages of a progressive treadmill test". *Int J Sport Sci.*

12. Nottion, S., A. Vinet, F. Stecken, L.-D. Nguyen & et al (2002). "Central and peripheral cardiovascular adaptations during a maximal cycle exercise in boys and men". *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: PP:456-463.

13. Russell R. Pate, Chia-Yih wang & et al (2006). "Cardiorespiratory fitness levels among US youth 12 to 19 years of age". *Arch pediatr adolesc med/vol 160. PP:1005-1012.*

14. Rowland, T., K. Miller, P. Vanderburgh & et al (1999). "Cardiovascular fitness in premenarcheal girls and young women". *Int. J. Sports Med.* 20: PP:17-121.

15. Thomas W. Rowland, MD (2005). "Children's exercise physiology". 2nd ed, 22:115.

16. WALKER. J.L., T.D. MURRAY, A.S. JACKSON & et al (1999). "The energy cost of horizontal walking and running in adolescents". *Med. Sci. Sport Exerc.* 31 : PP:311-322.